

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/037510 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B29C 44/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011197

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Oktober 2003 (09.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 49 314.6 22. Oktober 2002 (22.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): PEGUFORM GMBH & CO. KG [DE/DE];  
Schlossmattenstrasse 18, 79268 Bötzingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLUMMER,

Christian [DE/DE]; Fuchsstrasse 21, 79102 Freiburg  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AU, BA, BR,  
CA, CN, CO, CR, DM, DZ, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN,  
IS, JP, KE, KG, KP, KR, LC, LK, LS, LT, LV, MA, MD,  
MG, MK, MX, NO, NZ, OM, PH, PL, RO, RU, SG, SL,  
TN, TT, UA, US, VN, YU, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

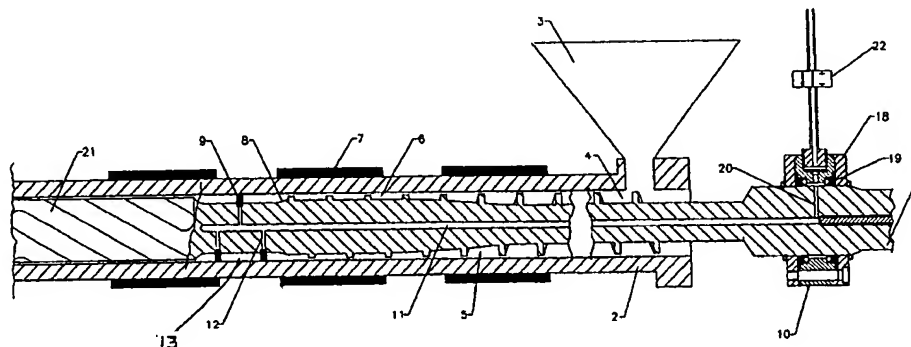
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING PHYSICALLY EXPANDED STRUCTURAL FOAMS DURING AN  
INJECTION MOLDING PROCESS INVOLVING THE USE OF DYNAMIC MIXING ELEMENTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG PHYSIKALISCH GETRIEBENER STRUK-  
TURSCHÄUME IM SPRITZGIESSPROZESS UNTER VERWENDUNG DYNAMISCHER MISCHELEMENTE



(57) Abstract: Foamed molded articles can be produced during an injection molding process, among other things, by using physical expanding agents. Existing technologies differ in the greatest possible extent as to how the expanding agent is introduced into the polymer melt. One possibility consists of feeding the expanding agent via mixing elements (9), which are distributed over the screw plunger (1), are made of a porous and permeable material, and which, by means of an appropriate supply of expanding agents, load and homogeneously distribute the melt with expanding agent during the metering phase of the polymeric material. When injected into an injection mold, the single-phase polymer/expanding agent mixture produced in the aforementioned manner forms a foam structure as a result of a reduction in pressure.

(57) Zusammenfassung: Geschäumte Formteile können im Spritzgießprozess unter anderem durch die Verwendung physikalischer Treibmittel hergestellt werden. Bestehende Technologien unterscheiden sich weitestgehend in der Art und Weise, wie das Treibmittel in die Polymerschmelze eingebracht wird. Eine Möglichkeit besteht in der Zuführung des Treibmittels über auf dem Schneckenkolben (1) verteilten, aus einem porösen und permeablen Material bestehenden Mischelementen (9), welche über eine geeignete Treibmittelzuführung die Schmelze während der Dosierphase des polymeren Materials mit Treibmittel beladen und homogen verteilen. Das so gebildete einphasige Polymer-/Treibmittelgemisch bildet beim Einspritzen in ein Spritzgießwerkzeug infolge Druckabbaus eine Schaumstruktur aus.

WO 2004/037510 A1



---

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung physikalisch getriebener Strukturschäume im Spritzgießprozess unter Verwendung dynamischer Mischelemente**

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein physikalisches Treibmittel mit hoher Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit gleichmäßig in den Schmelzestrom einer Spritzgießmaschine einzubringen und zu verteilen, um eine homogene Polymer/Treibmittel-Lösung zu generieren und zwar unter Verwendung einer konventionellen Spritzgießmaschine.

10

Aus den Patentschriften DE 24 02 203 C3 und US 5 297 948 A sind jeweils Vorrichtungen zur Herstellung geschäumter Kunststoffformteile nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 mit der Einschränkung auf ein Extrusionsverfahren bekannt, bei welchen das Treibmittel nur in einigen, örtlich begrenzten Bereichen eingebracht wird. Diese Erfindung ist eine Weiterentwicklung der in unserer Patentanmeldung EP 1 256 430 A1 beanspruchten Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Kunststoffformteile. Bei besagter Vorrichtung handelt es sich um eine Spritzgießmaschine, welche zur Herstellung eines geschäumten Kunststoffformteils eingesetzt wird. Um eine schäumbare Kunststoffmasse zu erzeugen, wird dem Kunststoffmaterial ein Treibmittel zugefügt, welches im Spritzgießwerkzeug durch Expansion des unter Druck in der Schmelze gelösten vorliegenden Treibmittels infolge Druckabbaus während des Einspritzens ins Spritzgießwerkzeugs Gasblasen erzeugt, welche infolge Viskositätserhöhung während der Abkühlung der Schmelze eingefroren werden und letztlich die Schaumstruktur bilden. Für Vorrichtung und das Verfahren, welche in EP 1 256 430 A1 vorgestellt werden, kommen physikalische Treibmittel zum Einsatz. Der Eintrag eines physikalischen Treibmittels in eine Polymerschmelze erfolgt durch eine poröse Hülse. Diese poröse Hülse ist auf dem Schneckenkolben montiert, vorzugsweise in einem Bereich zwischen der Meteringzone und einer stromabwärts anschließenden Mischzone. Die poröse Hülse besteht aus porösem oder permeablem Material, durch welches das physikalische Treibmittel unter Druck hindurchtritt, um sich in der Schmelze zu lösen. Diese poröse Hülse ist als ein dünnwandiges, zylinderförmiges Teil für den Gaseintrag für Polymerschmelzen unterschiedlichster Zusammensetzung hervorragend geeignet, da sie eine große Oberfläche aufweist. Die in der Patentanmeldung EP 1 256 430 A1 vorgestellte Lösung betrifft eine Begasung mit nachgeschaltetem Mischvorgang mittels einem auf dem Schneckenkolben

30

35

montierten Mischelement. Die Begasung erfolgt in einem Abschnitt des Schneckenkolbens, was bedeutet, dass das Begasungselement die Bewegungen des Schneckenkolbens ausführt. Durch die Verwendung eines Begasungselements in einem Abschnitt des Schneckenkolbens werden die Investitionskosten der

5 Gesamtanlage herabgesetzt, weil in einer konventionellen Spritzgießmaschine lediglich der Schneckenkolben ausgetauscht werden muss, um mit derselben Anlage geschäumte Kunststoffformteile herzustellen. Die Verwendung einer Begasungseinrichtung im Schneckenkolben ist zwar aus DE 20 53 646 B bekannt, allerdings münden die als Einspritzdüsen ausgeführten Treibmittelöffnungen in den

10 Verteilerkopf. Durch die Treibmittelöffnungen erfolgt der Eintrag des Treibmittels in Form eines Strahls in die Schmelze. Durch die Ausführung des Begasungselements als poröse Hülse, welche sich axial mit dem Schneckenkolben mitbewegt und gleichzeitig auch dessen Rotationsbewegungen mit ausführt, erfolgt ein gleichmäßiger Treibmitteleintrag, weil durch die poröse Oberfläche gar kein Strahl entstehen kann,

15 sondern allenfalls ein Strahlbündel, im allgemeinen werden allerdings durch die Vorrichtung gemäß der Erfindung oder der EP 1 2256 430 A1 Treibmittelblasen in die Polymerschmelze eingetragen. In der unmittelbaren Umgebung der porösen Hülse erfolgt durch den Gaseintrag eine unvollständige Durchmischung des Gases mit der Polymerschmelze, da Scherkräfte, welche die Durchmischung erleichtern, am Umfang

20 der glatten Hülse gering sind. Gute Mischwirkungen können hingegen erreicht werden durch Scherungen, Dehnungen und Umlagerungen der Schmelze. Ein möglicher Weg, dieses Ziel zu erreichen, wird in DE101 50 329 A1 dargestellt. Das komprimierte Treibmittel wird über ein statisches Mischelement, welches zwischen

25 Plastifizieraggregat und Verschlussdüse montiert wird, mit der Schmelze in Kontakt gebracht. Eine poröse Sintermetall-Fläche, welche die Mischelemente umschließt, dient dabei als Kontaktelement zwischen Treibmittel und Polymerschmelze. Konzentrations- und Druckunterschiede bewirken über Diffusions- und Sorptionsvorgänge eine Aufnahme des Treibmittels in der Schmelze. Die

30 Homogenisierung des Polymer/Treibmittelgemisches geschieht dabei während des Einspritzvorgangs durch die den Schmelzekanal unterbrechenden Stege des statischen Mischelements. Die Umlagerungen, Aufteilungen und Dehnungen der Schmelze innerhalb des Mischers begünstigen dabei die Diffusionsvorgänge. Die Aufnahme des Treibmittels in die Schmelze wird dadurch nachhaltig begünstigt.

35 Ein Nachteil in der in DE 101 50 329 A1 offenbarten Erfindung besteht darin, dass der Eintrag des Treibmittels erst kurz vor der Verschlussdüse erfolgt. Somit bleibt wenig

- Zeit für eine vollständige Durchmischung der Schmelze vor dem Durchtritt durch die Verschlussdüse in die daran anschließende Kavität. Um eine vollständige Durchmischung der Schmelze mit dem Treibmittel gewährleisten zu können, muss daher entweder ein Mischelement mit großer Baulänge oder ein hoher Druck an das
- 5 Mischelement angelegt werden, damit das Treibmittel sich gleichmäßig in der Polymerschmelze verteilt, bevor es über die Verschlussdüse in die Kavität gelangt. Auch in EP 1 256 430 A1 wird als prinzipieller Nachteil von statischen Mischelementen die Scherwirkung derselben genannt, welche die Polymermatrix beschädigen kann. Ein weiterer Nachteil eines Einsatzes eines statischen Mischelements im Bereich des
- 10 Schneckenkolbens ist die aufwändige Ventilsteuerung, die zur Regelung des Treibmitteleintrags dient, womit sich die Anlagekosten und die Störanfälligkeit erhöhen. Bei der konstruktiven Realisierung der porösen Hülse nach EP 1 256 430 A1 besteht die Gefahr, dass durch die großen Dichtoberflächen im Betrieb Undichtigkeiten auftreten, wodurch das Treibmittel nicht mehr ausschließlich durch die poröse Hülse,
- 15 sondern zusätzlich über die Dichtstellen in die Polymerschmelze gelangt. Wenn es durch eine Störung im Treibmittelsystem zu einer Absenkung des Drucks kommt, könnte außerdem der Fall eintreten, dass die unter höherem Druck stehende Polymerschmelze über derartige Undichtigkeiten in das Treibmittelzufuhrsystem gelangt.
- 20 Um diesen Nachteilen des Standes der Technik Abhilfe zu verschaffen, wird gemäß dieser Erfindung vorgeschlagen, mindestens ein dynamisches, also ein mit dem Schneckenkolben mitbewegbares Mischelement einzusetzen, über welches gleichzeitig der Treibmitteleintrag erfolgt. Die Erfindung sieht in vorteilhafter Weise vor, dass der Schneckenkolben stromabwärts einer Meteringzone poröse oder permeable
- 25 Mischelemente aufweist, die über eine Treibmittelzufuhreinrichtung im Kern des Schneckenkolbens mit dem Treibmittel beaufschlagbar sind und das Treibmittel gleichmäßig in die Schmelze einbringen. Während der Plastifizierungsphase rotieren die Mischelemente in der Polymerschmelze bei gleichzeitiger Translationsbewegung des Schneckenkolbens. Diese Kombination aus Translation und Rotation während der
- 30 Dosierphase bewirkt eine ständige Durchmischung und Umlagerung der Schmelze bei gleichzeitiger Treibmittelbeaufschlagung und sorgt somit für ein homogenes Polymer/Treibmittelgemisch.
- Die Kombination von Mischelement und Eingangsbereich in demselben Abschnitt des Schneckenkolbens erlaubt nicht nur eine Kombination von Mischelement und
- 35 Treibmitteleintrag in einem eng begrenzten Abschnitt des Schneckenkolbens. Die

geometrische Form des Mischelements als rotationssymmetrischer Körper erlaubt außerdem einen punktgenauen Eintrag von Treibmittel in die Polymerschmelze. Des weiteren kann die Menge des Treibmitteleintrags genau gesteuert werden. Durch die Ausführung der Mischelemente als rotationssymmetrische Körper, welche in die

5 Schmelze im Ausgasungsbereich hineinragen, wird eine gleichmäßige Durchmischung und Homogenisierung des Treibmitteleintrags gewährleistet. Durch die Rotation und Translation der Schnecke erfolgt die Durchmischung auch schon bei einer kurzen Verweilzeit der Schmelze im Eingassungsbereich.

Nur das Mischelement selbst besteht aus porösem oder permeablen Material, das

10 Schneckenkolbenelement kann aus einem Material bestehen, welches höhere Festigkeit aufweist. Die auf die Mischelemente einwirkenden dynamischen Kräfte, welche durch die Bewegung der Mischelemente in der Schmelze hervorgerufen werden, wirken somit nur auf kleine, vorzugsweise als rotationssymmetrische Körper ausgeführte Mischelemente. Dadurch können die Belastungen durch Scher- oder

15 Torsionskräfte auf ein Minimum reduziert werden.

Die Mischelemente selbst weisen eine Dichtung auf, durch welche gewährleistet wird, dass der Gaseintrag ausschließlich über die poröse Oberfläche erfolgt. Das bedeutet, dass die Größe der Treibmitteleinschlüsse über die gesamte Schmelzeoberfläche genau eingestellt werden kann.

20 Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, mit nur geringen Änderungen an einer konventionellen Spritzgießmaschine physikalisch getriebene Strukturschaum-Formteile herzustellen, welche sich durch eine kompakte Außenhaut und einen geschäumten Kern auszeichnen und somit im Vergleich zu kompakten Bauteilen materialspezifische

25 Vorteile mit Einsparungen an Gewicht, Material und damit Kosten verbinden. Des weiteren ist kein Eingriff in die Maschinensteuerung erforderlich, so dass die Investitionskosten gering sind.

Die Erfindung hat im Vergleich zum Stand der Technik folgende Vorteile:

- 30
- Geringe Investitionskosten, da keine aufwendige Spezialmaschine notwendig ist, sondern lediglich ein Austausch des Schneckenkolbens einer konventionellen Spritzgießmaschine.
  - Gleichmäßige Treibmitteleinbringung aufgrund mehrerer, axial mitwandernder und
- 35 rotierender Eingassungsstellen während der Polymerdosierung.

- Hoher Homogenisierungsgrad aufgrund intensiver Mischvorgänge bei einer im Verlauf der Eingasung stets gleichen wirksamen Länge der Misch- und Scherzonen des Schneckenkolbens.
- Optimales Lösungsverhalten aufgrund langer Diffusionszeiten und großer Diffusionsflächen bei kleinen Diffusionswegen.
- Reproduzierbarkeit des Prozesses unabhängig vom Dosiervolumen.
- Hoher Wirkungsgrad des Treibmittels.
- Leichte Austauschbarkeit defekter oder verstopfter Mischelemente
- Kombinationsmöglichkeit von Mischelementen verschiedener Bauart und vielfältige Optimierungsmöglichkeiten in Abhängigkeit von dem zu verarbeitenden Polymermaterial

- Dadurch, dass das Treibmittel über die porösen oder permeablen Mischdorne gleichmäßig in die Polymerschmelze eingebracht wird, ist eine optimale Treibmitteleinbringung während der Polymerdosierung möglich. Es ergibt sich ein verbessertes Lösungsverhalten aufgrund langer Diffusionszeiten und großer Diffusionsflächen bei kleinen Diffusionswegen. Außerdem ist eine hohe Reproduzierbarkeit des Spritzgießprozesses unabhängig vom Dosiervolumen und eine optimale Nutzung des Treibmittels feststellbar. Durch die Rotations- und Translationsbewegung der Mischelemente in der Polymerschmelze und der damit einhergehenden Scherwirkung werden lokale Konzentrationsunterschiede und Treibmittelagglomerate verhindert. Schließlich hat die Erfindung den Vorteil geringer Investitionskosten, da keine aufwendige Spezialmaschine notwendig ist, sondern lediglich ein Austausch des Schneckenkolbens der konventionellen Spritzgießmaschine. Eine verlängerte Einspritzeinheit ist ebenfalls nicht erforderlich. Es genügt eine Standardlänge der Einspritzeinheit im Bereich des 20- bis 25-fachen des Außendurchmessers des Schneckenkolbens.

- Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Durchmesser des Schneckenkolbens im Bereich der porösen oder permeablen Mischelemente des Schneckenkolbens verringert ist. Die vergrößerte Schneckengrundtiefe ermöglicht es aufgrund des geringen Druckniveaus der Polymerschmelze im Eingasungsbereich, dass das Treibmittel direkt zugeführt werden kann, ohne dass eine Dosierstation erforderlich ist.

Vorzugsweise werden die Mischelemente gleichmäßig in mehreren Reihen versetzt auf dem Umfang des Schneckenkolbens vorgesehen, um eine gleichmäßige Verteilung des Treibfluides in der Schmelze zu gewährleisten.

- 5 Vorzugsweise wird das Treibmittel dem Schneckenkolben über ein den Schneckenkolben radial umschließendes Hochdruck-Dichtungsgehäuse während der Dosierphase zugeführt. Dabei liegt das physikalische Treibmittel als Fluid vor.

- Das Hochdruck-Dichtungsgehäuse erhält das Treibmittel von mindestens einer  
10 Druckflasche. Dies hat den Vorteil, dass keine Dosierstation erforderlich ist.

- Das Hochdruck-Dichtungsgehäuse bewegt sich simultan mit der Axialbewegung des Schneckenkolben ohne Rotation in Axialrichtung mit. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Treibmitteleinbringung aufgrund des flächigen, axial mitwandernden und  
15 rotierenden Eingassungsbereichs während der Polymerdosierung.

- Die Polymer-/Treibmittellösung wird bei einer im Verlauf der Eingassung stets gleichen wirksamen Länge von Misch- und Scherelementen des Schneckenkolbens homogenisiert. Die Injektion des Treibmittels findet während der Dosierphase statt.  
20

Fig. 1 ist eine Schnittdarstellung einer Spritzgießmaschine mit Schneckenkolben

Fig. 2 zeigt ein Detail eines Mischelements

Fig. 3 zeigt eine mögliche Anordnung der Mischelemente auf dem Schneckenkolben

- 25 Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnung Fig. 1 und Fig. 2 die Erfindung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt eine Spritzgießmaschine mit einem in der Einspritzeinheit 2 rotierenden und während der Einspritzphase axial bewegtem Schneckenkolben 1.

- Das Polymergranulat wird über einen Materialtrichter 3 zugeführt und von dem  
30 rotierenden Schneckenkolben 1 im Bereich einer Einzugszone 4 eingezogen. Die sich anschließende Kompressionszone 5 und Meteringzone 6 bewirken unter Zuhilfenahme der externen Zylinderheizung 7 das Aufschmelzen, Komprimieren und Homogenisieren des polymeren Materials, so dass am Ende der Meteringzone 6 eine thermisch und stofflich homogene Polymerschmelze vorliegt. Am Ende 8 der Meteringzone 6 des  
35 Schneckenkolbens 1 ist der Schneckengrund sprunghaft vergrößert 8, d.h. der Durchmesser des Schneckenkolbens 1 ist sprunghaft verringert. In dem Bereich des



verringerten Durchmessers sind poröse oder permeable Mischelemente 9 vorgesehen, die über eine Treibmittelzuführeinrichtung 10 und eine Bohrung 11 mit einem physikalischen Treibmittel beaufschlagbar sind, wobei das Treibmittel gleichmäßig in die Polymerschmelze eingebracht wird.

- 5 Die porösen oder permeablen Mischelemente 9 dienen als Kontaktfläche zwischen dem Treibmittel und der Polymerschmelze. Die Änderung der Grundtiefe des Schneckenkolbens führt in diesem Abschnitt, der sogenannten Eingangszone 13, zu einer Druckabsenkung. Das verdichtete Treibmittel, z.B. ein Treibfluid, wird über die Bohrung 11 in der Schneckenkolbenlängsachse und mehrere radiale Bohrungen 12 zur  
10 Verteilung über die Mischelemente 9 zugeführt.

Die porösen oder permeablen Mischelemente 9 können aus Sintermetall oder aus einem anderen permeablen Material, wie z.B. Keramik gebildet sein.

- Die Bohrungen 11, 12 sind stromaufwärts des Eingabetrichters 3 mit einer Treibmittelzuführeinrichtung 10 verbunden. Hierzu umschließt ein Dichtungsgehäuse  
15 18 mit einem Gehäusekern und verschraubbaren Deckel den Schneckenkolben 1. Das Dichtungsgehäuse 18 ist zwischen einer nicht dargestellten Antriebseinrichtung für den Schneckenkolben 1 und dem Plastifizierzylinder 2 montiert und ist gegen Verdrehen gesichert. Das Dichtungsgehäuse 18 bewegt sich simultan mit der Axialbewegung des Schneckenkolbens 1. Der axiale Hub des Schneckenkolbens 1  
20 entspricht beispielsweise dem dreifachen Durchmesser des Einspritzzylinders 2. Das Dichtungsgehäuse 18 weist spezielle Rotationsdichtungen 19 auf und ist mit Hilfe von Gleitringen auf dem Schneckenkolben zentriert. Ein axiales Verschieben des Dichtungsgehäuses 18 wird durch mechanische Spannelemente verhindert. Als Rotationsdichtungen 19 sind Gleitringdichtungen oder Radial-Wellendichtringe  
25 einsetzbar. Eine oder mehrere radiale Bohrungen 20 verbinden den Druckraum der Treibmittelzuführeinrichtung 10 mit der axialen Bohrung 11 in der Längsachse des Schneckenkolbens 1.

Nach der Zuführung des Treibmittels über die Oberfläche der Mischelemente verteilen förderwirksame Scherelemente 21, das Polymer-/Treibmittelgemisch.

- 30 Die Treibmittelzuführeinrichtung 10 erhält das Treibmittel vorzugsweise über handelsübliche Druckgasflaschen. Ein elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigtes Ventil 22 verbindet jeweils während der Dosierphase des polymeren Materials die ggf. mit Hilfe eines Druckminderventils gedrosselte Treibmittelversorgung mit dem Hochdruck-Dichtungsgehäuse 18.

- 35 Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Mischelemente. Ein rotationssymmetrischer Stift aus porösem Material 9 wird dabei in einer Gewindebohrung 14 senkrecht zur

Achse des Schneckenkolbens 1 verschraubt. Alternativ dazu kann auch eine Presspassung oder andere Klemmvorrichtung vorgesehen sein. Alternativ dazu könnten auch federbelastete Vorsprünge zum Einsatz kommen, welche in Nuten des Schneckenkolbens einrasten. Derartige Einrastmechanismen können auch eine

5 Demontage der Mischelemente ermöglichen, was zu Reinigungszwecken erforderlich sein kann: Der Mischstift ist dabei, ebenso wie die Bohrung im Schneckenkolben 1 abgesetzt und ermöglicht über die somit gebildete Schulter eine axiale Dichtstelle 15. Mit Hilfe von Kupfer-Dichtscheiben oder hochtemperaturfesten O-Ring-Dichtungen 16

10 verhindert ein unkontrolliertes Eindringen von Treibmittel in die Kunststoffschmelze über die Kontaktfläche zwischen Mischstift und Schneckenkolben. Im Bohrungsgrund des Einschraubgewindes befindet sich eine zur Achse des Schneckenkolben radiale Bohrung 12, welche auf die Axialbohrung 11 im Schneckenkolben trifft und somit die Verbindung zur Treibmittelzufuhr darstellt. Um ein möglichst gleichmäßiges

15 Ausströmen des Treibmittels über die Oberfläche des Mischstiftes zu generieren, kann dieser ggf. mit einer Axialbohrung 17 versehen werden. Damit wird gewährleistet, dass die Fließwiderstände durch das permeable Material zu allen Stellen der Oberfläche gleich ist. Die Geometrie der Mischelemente kann neben der zylindrischen Form auch kegelförmig sein. Dies hat den Vorteil, dass aufgrund der abnehmenden Stirnfläche die

20 thermisch induzierte Inhomogenitäten infolge Dissipationserwärmung zur Zylinderwand verringert werden. Ferner können die Mischelemente rechteckig oder rautenförmig ausgeführt sein. In Fig. 3 ist eine Abwicklung des Schneckenkolbens 1 im Bereich der Eingangsstellen zwischen Meteringzone 6 und Scherzone 21 mit der entsprechenden Verteilung der Mischelemente 9 dargestellt.

25 Ein Mischelement kann aus Zylindern unterschiedlichen Durchmessers bestehen, kegelige oder kegelstumpfförmige Form aufweisen, rautenförmigen oder rechteckigen Querschnitt aufweisen, als gerades oder schräges Prisma ausgebildet sein oder eine Figur in Form einer Schlangen- oder Schraubenlinie darstellen.

30

#### Bezugszeichenliste

1. Schneckenkolben
2. Einspritzzylinder
- 35 3. Materialtrichter
4. Einzugszone

- 5. Kompressionszone
- 6. Meteringzone
- 7. Zylinderheizung
- 8. Vergrößerter Schneckengrund
- 5 9. Mischelement
- 10. Treibmittelzufuhreinrichtung
- 11. Bohrung
- 12. Radialbohrung
- 13. Eingasungszone
- 10 14. Gewindebohrung
- 15. axiale Dichtstelle
- 16. O-Ring Dichtung
- 17. Axialbohrung
- 18. Dichtungsgehäuse
- 15 19. Rotationsdichtung
- 20. Radialbohrung
- 21. Scherzone
- 22. Ventil

**ANSPRÜCHE**

1. Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Kunststoffformteile im Spritzgießprozess, vorzugsweise unter Verwendung eines physikalischen Treibmittels, wobei die  
5 Spritzgießmaschine mindestens einen Einspritzzylinder (2) enthält, welcher mindestens einen Schneckenkolben (1), welcher sich zumindest durch eine Einzugszone (4), eine Kompressionszone (5) und eine Meteringzone (6) erstreckt, beinhaltet, wobei das Treibmittel vorzugsweise in einen an die Meteringzone (6) anschließenden Bereich eingebracht wird, gekennzeichnet dadurch, dass das  
10 Treibmittel nur in einigen, örtlich begrenzten Bereichen eingebracht wird, wobei am Ende (8) der Meteringzone (6) der Durchmesser des Schneckenkolbens verringert ist und poröse oder permeable Mischelemente (9) vorgesehen sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass durch die  
15 Mischelemente (9) ein physikalisches Treibmittel in die Polymerschmelze eingetragen wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die  
20 Treibmittelzuführeinrichtung eine Bohrung (11) enthält.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die Mischelemente (9) aus Sintermetall oder Keramik bestehen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass mindestens ein  
25 Mischelement (9) als rotationssymmetrischer Stift ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass jedes Mischelement (9) mit einer Vorrichtung zur Verbindung mit dem Schneckenkolben versehen ist.
- 30 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass die Vorrichtung zur Verbindung mit dem Schneckenkolben eine Gewindebohrung umfasst.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass das Mischelement (9) zumindest einen abgesetzten Bereich aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet dadurch, dass der abgesetzte Bereich eine Dichtung aufnehmen kann.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet dadurch, dass die Dichtung aus Kupfer oder einem hochtemperaturfesten O-Ring besteht.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement (9) aus Zylindern unterschiedlichen Durchmessers besteht.
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement (9) kegelige oder kegelstumpfförmige Form aufweist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement (9) rautenförmigen oder rechteckigen Querschnitt aufweist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement (9) als gerades oder schräges Prisma ausgebildet ist.

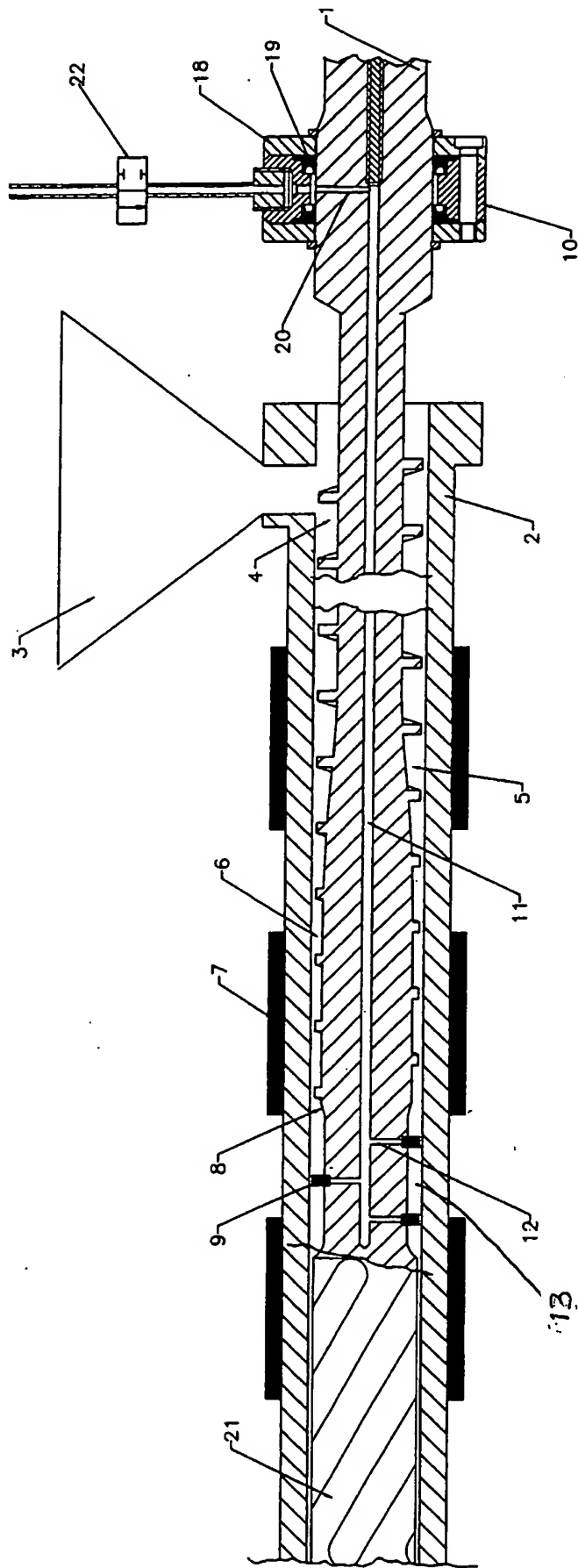


Figure 1

Figure 2

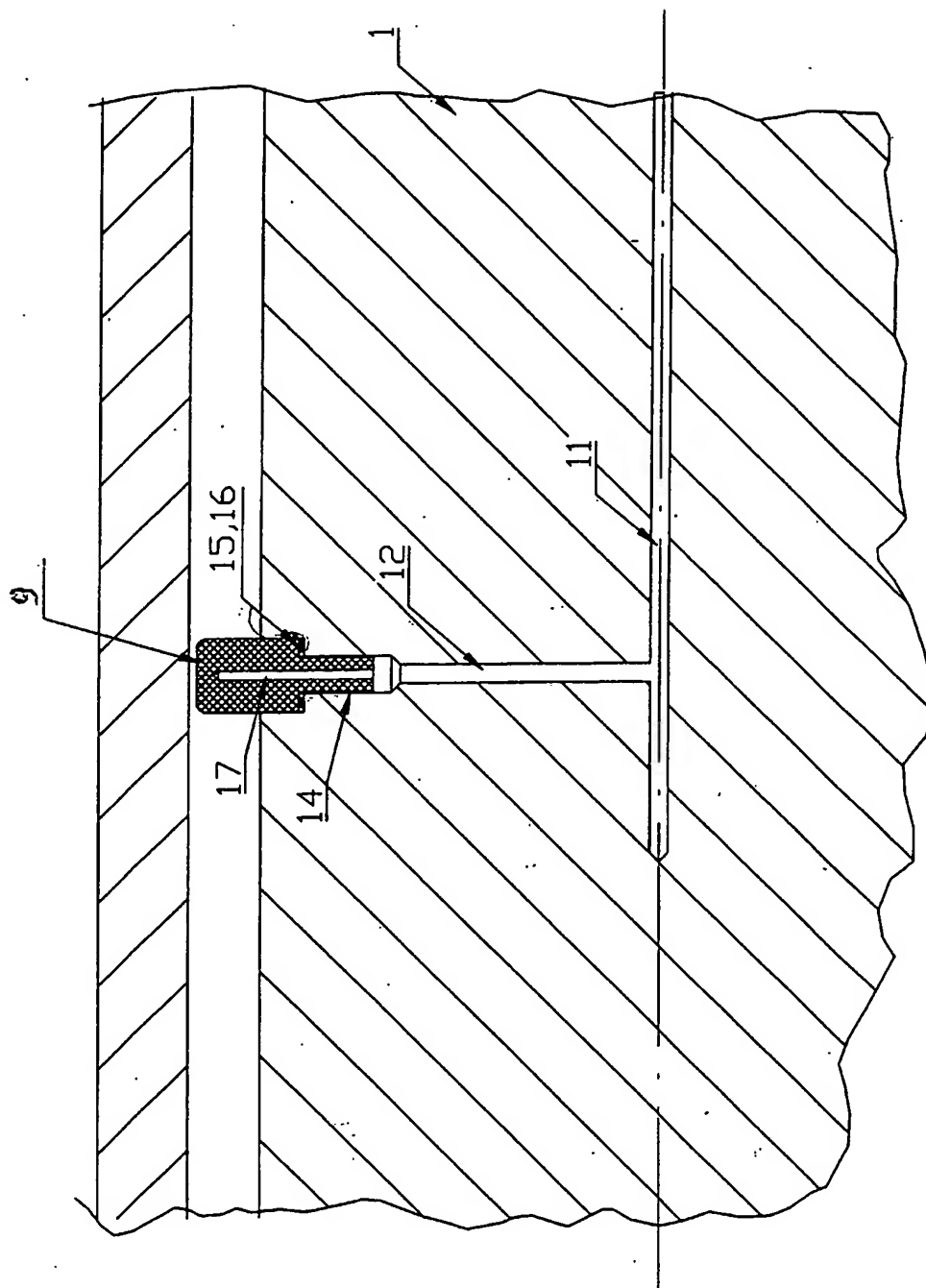
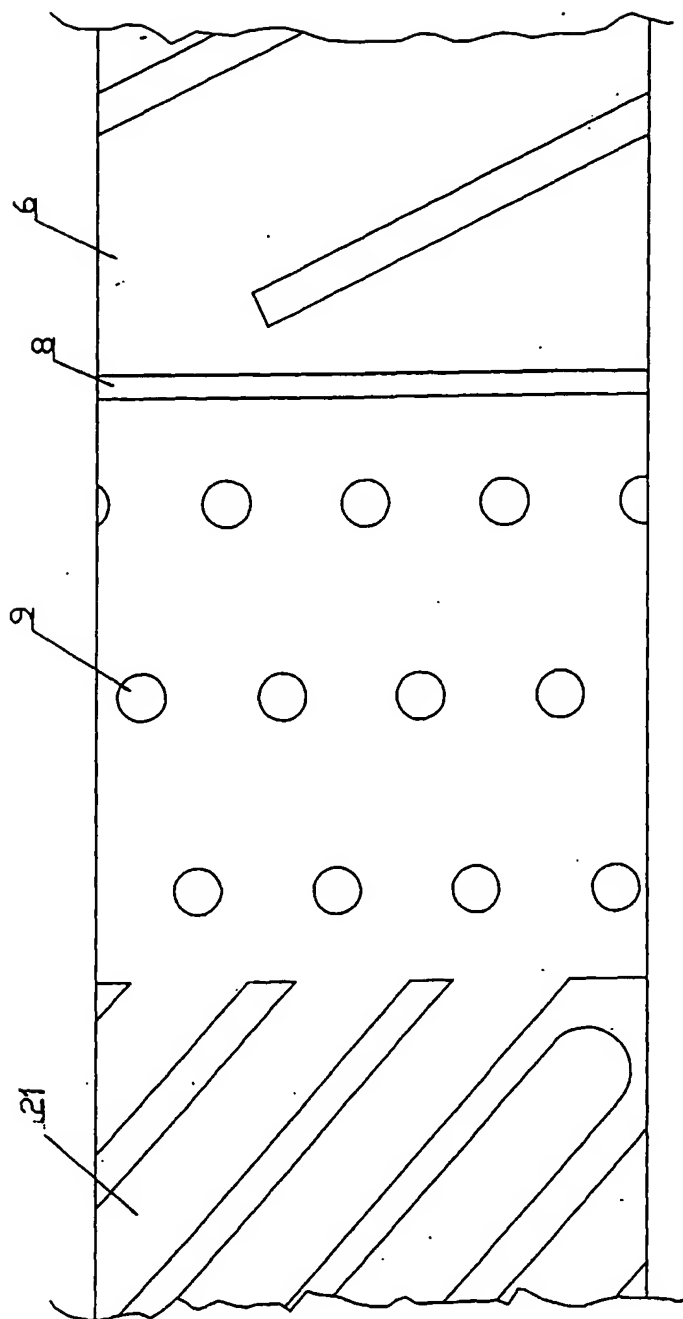


Figure 3





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/11197

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B29C44/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 24 02 203 A (FUJIKURA LTD) 25 July 1974 (1974-07-25) cited in the application page 1, line 1 - page 11, paragraph 1; figures 1-9	1-14
Y	EP 1 072 375 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 31 January 2001 (2001-01-31) column 1, paragraph 0005 - column 4, paragraph 0013 column 4, paragraph 0017 - column 5, paragraph 0019; figure 2	1-14
A	US 5 297 948 A (SADR CHANGIZE) 29 March 1994 (1994-03-29) cited in the application column 2, line 6 - column 3, line 8; figure 4	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 February 2004

Date of mailing of the international search report

08/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lanz, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/11197

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2402203	A	25-07-1974	JP 918145 C	15-08-1978
			JP 49095189 A	10-09-1974
			JP 52049504 B	17-12-1977
			CA 1033927 A1	04-07-1978
			DE 2402203 A1	25-07-1974
			GB 1453795 A	27-10-1976
			US 3902704 A	02-09-1975
-----				
EP 1072375	A	31-01-2001	DE 19934693 A1	01-02-2001
			EP 1072375 A2	31-01-2001
-----				
US 5297948	A	29-03-1994	CA 2015639 A1	10-08-1993
			EP 0453687 A1	30-10-1991
			JP 2064006 C	24-06-1996
			JP 4229235 A	18-08-1992
			JP 7096253 B	18-10-1995
			AT 149009 T	15-03-1997
			DE 69029966 D1	27-03-1997
			DE 69029966 T2	11-09-1997
			ES 2101693 T3	16-07-1997
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/11197

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B29C44/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 24 02 203 A (FUJIKURA LTD) 25. Juli 1974 (1974-07-25) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Zeile 1 - Seite 11, Absatz 1; Abbildungen 1-9	1-14
Y	EP 1 072 375 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 31. Januar 2001 (2001-01-31) Spalte 1, Absatz 0005 - Spalte 4, Absatz 0013 Spalte 4, Absatz 0017 - Spalte 5, Absatz 0019; Abbildung 2	1-14
A	US 5 297 948 A (SADR CHANGIZE) 29. März 1994 (1994-03-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 3, Zeile 8; Abbildung 4	1-14

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Februar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lanz, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen  
PCT/EP 03/11197

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2402203	A	25-07-1974	JP 918145 C 15-08-1978
		JP 49095189 A 10-09-1974	
		JP 52049504 B 17-12-1977	
		CA 1033927 A1 04-07-1978	
		DE 2402203 A1 25-07-1974	
		GB 1453795 A 27-10-1976	
		US 3902704 A 02-09-1975	
EP 1072375	A	31-01-2001	DE 19934693 A1 01-02-2001
		EP 1072375 A2 31-01-2001	
US 5297948	A	29-03-1994	CA 2015639 A1 10-08-1993
		EP 0453687 A1 30-10-1991	
		JP 2064006 C 24-06-1996	
		JP 4229235 A 18-08-1992	
		JP 7096253 B 18-10-1995	
		AT 149009 T 15-03-1997	
		DE 69029966 D1 27-03-1997	
		DE 69029966 T2 11-09-1997	
		ES 2101693 T3 16-07-1997	